УДК 553.411.071:552.322

БАЗИТОВЫЕ ДАЙКИ БОГОДИКАНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет
E-mail: lev@tpu.ru

Приведены первые результаты изучения сопровождаемых золоторудными жилами даек изверженных пород основного состава Богодиканского месторождения – одного из объектов Северного Забайкалья, ранее не описанного в литературе. По минеральному и химическому составу породы идентифицированы как умеренно щелочные роговообманковые долериты. В околожильном пространстве дайки гидротермально изменены с образованием зональных метасоматических ореолов, по минералого-петрохимическим особенностям представляющих березитовую метасоматическую формацию. Обсуждаются некоторые типовые черты, определяющие принадлежность месторождения к совокупности мезотермальных, образованных, как и многие другие золоторудные месторождения Северного Забайкалья, в результате функционирования рудопродуцирующих флюидно-магматических комплексов на позднем этапе в сопровождении умеренно щелочного базитового магматизма.

Введение

К числу приоритетных эмпирических материалов, определяющих генетическую и металлогеническую сущность процесса образования гидротермальных месторождений золота, как, впрочем, и других металлов, относятся, в частности, данные о минеральном составе руд, его эволюции во времени и пространстве от начала до завершения формирования минеральных комплексов, физико-химических и термодинамических режимах их отложения и изменении этих режимов во времени, об обусловленности рудообразования более масштабными геологическими явлениями. Свой вклад в разработку представлений о процессе рудообразования вносят результаты изучения геохимии рудогенных элементов, околорудного метасоматизма, пространственно-временных и причинно-следственных соотношений его и оруденения в целом с проявлениями метаморфизма в сланцевых толщах и/или магматизма и пр. Эти и другие данные в их совокупности служат основой для решения и прикладных проблем, прежде всего, – для разработки комплекса критериев прогнозирования оруденения.

В статье впервые приведены результаты изучения так называемых черных даек Богодиканского месторождения рудного золота, которое представляет один из многочисленных объектов Северного Забайкалья, получивших лишь предварительную оценку с применением поверхностных горных работ. Судя по объему предварительно оцененных запасов, это месторождение в совокупности с соседними может представлять интерес для освоения. Последнее предполагает дальнейшее продолжение оценочных (разведочных) работ, которые сдерживаются из-за недостатка оценочных критериев.

Важное значение исследования малых интрузий, в том числе их поздних базитовых составляющих, в рамках рудопродуцирующих флюидно-магматических комплексов в решении металлогенических и прикладных проблем обсуждалось ранее [1]. Накопление такого рода фактов во всем многообразии их проявления в золоторудных полях способствует расширению и углублению знаний о геологических процессах, ответственных за рудообразование.

1. Краткий очерк геологического строения и минерального состава руд Богодиканского месторождения

Богодиканское месторождение кварцево-жильного типа расположено в высокогорной пригребневой части Северо-Муйского хребта на водоразделе рек Богодикан и Аикта в бассейне р. Сунуёкит – левого притока р. Муи, впадающей слева в р. Витим в ее среднем течении (рис. 1). Местность вскрыта рельефом в вертикальном диапазоне около 1000 м, – от 850 до 1800 м. Выходы рудных жил на поверхность изучались на высотах 1700...1800 м, где они вскрывались канавами.

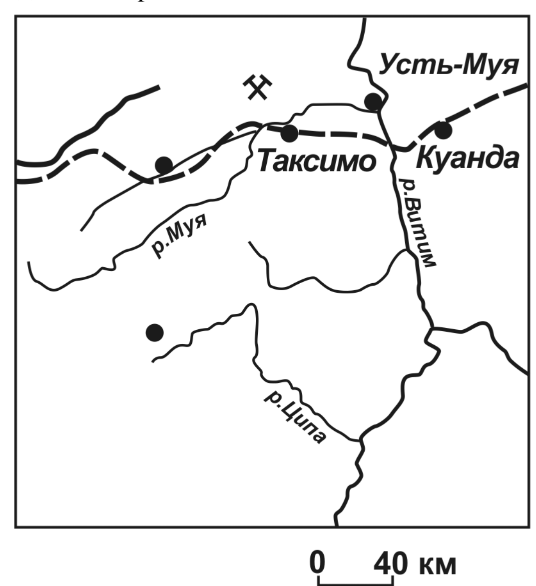


Рис. 1. *Схема расположения Богодиканского золоторудного месторождения. Пунктиром показана трасса Байкало-Амурской железной дороги*

Рудные проявления золота бассейна рек Киляны и Сунуёкита, в том числе Богодиканское, относятся к северному флангу Киляно-Ирокиндинской золоторудной зоны, которая контролируется субмеридиональной Килянской зоной глубинных разломов, отделяющей Муйский выступ архейского фундамента от протерозойского обрамления. Богодиканское месторождение локализовано в северо-

западном протерозойском обрамлении Муйского выступа несколько западнее Килянской зоны глубинных разломов в узле пересечения Сунуёкитской северо-северо-западной и Богодикан-Муринской северо-восточной зон разломов. Вместе с Ирбинским и Юбилейным месторождениями оно образует Ирбо-Юбилейный рудный узел.

В геологическом строении территории узла участвуют позднепротерозойские вулканиты килянской свиты, габбро и гранитоиды муйского комплекса рифея. Возраст комплекса составляет 823±2 и 812±19 млн л [2] или 733±40 млн л [3].

Серия продуктивных сульфидно-карбонатно-кварцевых жил Богодиканского месторождения

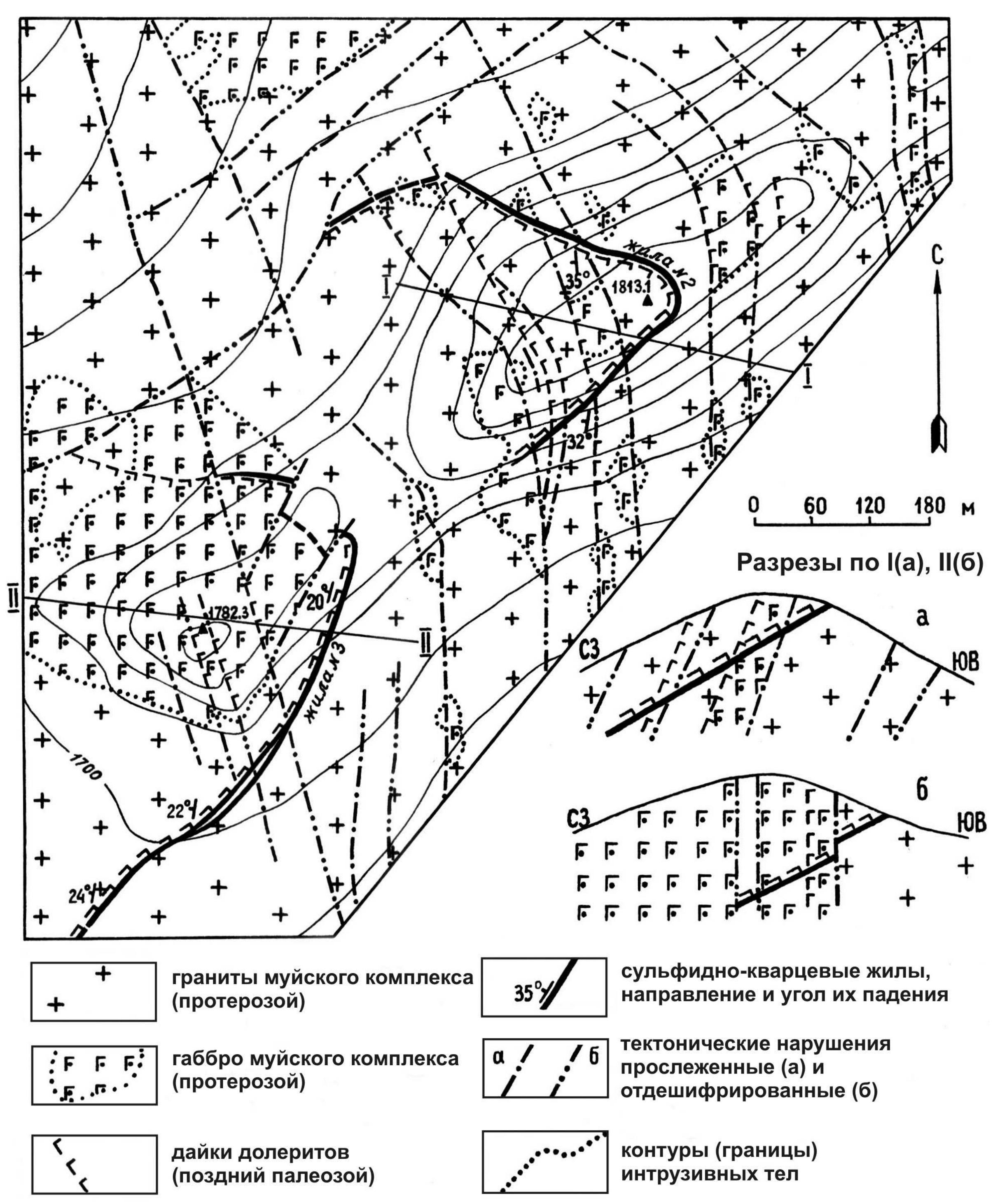


Рис. 2. Расположение золото-кварцевых жил на центральном участке Богодиканского месторождения (по данным Г.И. Грабко, 1978 г., с изменениями и дополнениями)

мощностью до 1,0 м, в раздувах до 3,5 м, и протяженностью более 300...400 м залегает среди крупнокристаллических габбро, гранодиоритов, гранитов муйского комплекса, сопровождая в висячих и лежачих боках мощные (до 5...7 м) послегранитные, но дорудные черные дайки (рис. 2). Вслед за дайками жилы имеют субмеридиональное простирание (355...20°) и полого, под углами 20...35°, падают на запад, выполняя наложенные на дайки нарушения сколового типа. Помимо упомянутых даек, послегранитный дайковый комплекс месторождения включает гранит-аплиты и пегматиты, возрастное положение которых в схеме магматизма этой площади остается неясным.

По данным В.В. Левицкого (устное сообщение, 1985 г.), жильные руды месторождений Ирбо-Юбилейного узла состоят из 4 минеральных комплексов (турмалин-кварцевого, пирит-кварцевого, золото-полисульфидно-кварцевого и кварц-карбонатного) и образованы в 4 стадии в температурном диапазоне от 500 до 75 °С. В рамках отдельных минеральных комплексов отмечено: 1) последовательная смена во времени кварца преимущественно сульфидами и затем преимущественно карбонатами; 2) нарастание массы карбонатов, отложенных в поздние стадии процесса; 3) скачкообразное возрастание температуры растворов в начале отложения каждого последующего комплекса сравнительно с температурой образования поздних минералов предыдущего комплекса. Выделение основной массы золота происходило в интервале температур от 250 до 200 °С. Существенная доля газов в составе рудообразующих флюидов фиксируется только в раннюю стадию их функционирования при преимущественно хлоридном составе анионной группы. Последующее отложение минералов осуществлялось из существенно водных жидких растворов, в продуктивную стадию обогащенных углекислотой, периодически отделявшейся вследствие вскипания растворов в условиях скачкообразных снижений давления. Поздние (послепродуктивные) минералы выделялись из слабоконцентрированных водных растворов.

Согласно устному сообщению Г.И. Грабко и Ю.Д. Грабко (1978 г.), ранний крупнозернистый серый и светло-серый кварц Богодиканского месторождения содержит до 0,6 % титана и до 0,1 % фосфора; в светло-сером до молочно-белого кварце второго минерального комплекса, слагающем основную массу жильного выполнения, зафиксировано до 1 % титана. Золото-серебряное отношение в рудах составляет 0,6...0,8.

Месторождение образовано в позднепалеозойскую металлогеническую эпоху [4, пробы с индексом БГ...].

2. Видовая идентификация черных даек

Дайки сложены массивной мелкокристаллической, с размером кристаллов до 1,5 мм, породой черного цвета. Структура офитовая или долеритовая. В составе породы участвуют удлиненные (таблитчатые) разноориентированные кристаллы плагиоклаза, отвечающего составу от лабрадора (№ 56) в центральных частях зональных зерен до основного олигоклаза-андезина (№ 30–38) на их периферии. Замещающая авгит зеленая обыкновенная роговая обманка с присущими ей кристаллографическими или неправильными очертаниями и нередко пойкилитовым строением занимает до 60 % объема породы и имеет следующие кристаллооптические константы: $-2V$=70°, $C{:}Ng$=18°, Ng=1,658, Np=1,634; $-2V$=70°, $C{:}Ng$=14°, Ng=1,658, Np=1,633; $-2V$=62°, $C{:}Ng$=16°, Ng=1,665, Np=1,633. Авгит, как правило, сохранился в виде реликтовых зерен в обрамлении роговой обманки. В качестве второстепенных минералов (до 5 об.%) присутствуют магнетит и ильменит, образующие структуру распада твердого раствора в идиоморфных кристаллах или ксеноморфных зернах. Обычные акцессорные минералы – длиннопризматический или игольчатый апатит, циркон, сфен, пирротин.

Поскольку породы находятся в непосредственной близости от золоторудных жил, они подверглись гидротермальным преобразованиям, на дальней периферии и сравнительно близко от них в останцах – достаточно слабым (до 10 % новообразованных минералов). Как было показано ранее [5 и др.], в этом случае изменение минерального состава пород происходит за счет внутренних их ресурсов, без существенного привноса или выноса химических элементов, а показателем слабых изменений изверженных пород в условиях околотрещинного метасоматизма, в частности, березитового профиля служит низкая концентрация углекислоты или ее отсутствие. Поэтому, следует считать, что приведенные в табл. 1 химические составы, а также следующие из них петрохимические параметры (рис. 3, 4) отвечают таковым исходных (неизмененных) пород или близки к ним.

По минеральному и общему химическому составу (табл. 1), соотношению кремнезема и щелочей (рис. 3) порода диагностируется как безоливиновый низкомагнезиальный амфиболизированный (вероятно, на позднемагматическом этапе) умеренно щелочной долерит. Компактное положение фигуративных точек на TAS-диаграмме однако не сочетается с ситуацией на рис. 4, – здесь фиксируется значительный разброс значений Na_2O/K_2O-отношения, подчеркивающий при низком значении петрохимической лейкократовости принадлежность даек к двум петрохимическим сериям – калиево-натриевой и натриевой.

3. Минералого-петрохимические черты аподайковых околожильных метасоматических ореолов

Разобщенные в пространстве сопровождающие каждую рудную жилу метасоматические ореолы в дайках долеритов зональны и включают следующие минеральные зоны (подчеркнуты минералы, исчезающие в более тыловой зоне).

Таблица 1. *Химические составы изверженных пород черных даек в подзоне слабого изменения внешней зоны околожильных метасоматических ореолов Богодиканского золоторудного месторождения*

Расстояние от золоторудных жил, м	Содержание, мас. %														Σ
	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	S сульфид.	CO_2	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	P_2O_5	H_2O^+	
2,9	47,03	13,63	1,11	2,80	0,23	0,00	6,59	4,74	11,1	5,88	2,53	0,30	0,64	2,61	99,19
2,5	47,27	13,27	1,33	2,40	0,23	0,00	7,99	4,54	10,6	6,21	2,53	0,30	0,60	2,29	99,56
1,9	47,22	13,45	0,61	2,72	0,24	0,05	8,55	4,64	10,1	7,09	2,53	0,38	0,60	2,36	100,54
1,9	47,28	13,63	1,50	2,50	0,22	0,27	8,27	4,44	10,6	6,21	2,43	0,40	0,31	1,85	99,91
1,6	47,06	13,27	1,25	2,50	0,18	0,00	8,27	4,44	11,5	5,03	2,43	0,29	0,64	2,41	99,27
1,5	46,98	13,45	0,64	2,65	0,15	0,05	8,27	4,64	10,5	6,62	2,70	0,27	0,64	2,29	99,85
1,2	46,95	13,45	0,57	2,72	0,18	0,00	8,55	4,23	10,4	6,36	2,43	0,34	0,40	2,50	99,08
1,0	47,42	13,62	0,88	2,72	0,22	0,09	7,71	4,64	10,6	6,20	2,43	0,33	0,60	2,24	99,70
1,0	47,17	13,09	1,33	2,96	0,23	0,00	7,71	4,64	10,9	5,87	2,30	0,37	0,62	2,42	99,61
0,8	47,28	13,09	1,13	2,94	0,23	0,27	7,43	4,84	10,9	5,72	2,60	0,30	0,60	2,08	99,41
0,6	46,92	13,09	0,74	2,84	0,18	0,18	7,99	4,23	10,8	6,20	2,53	0,36	0,60	2,51	99,17
0,5	46,82	13,27	1,55	2,50	0,22	0,05	7,57	4,84	10,2	6,21	2,43	0,33	0,60	2,47	99,06
0,4	47,66	13,99	1,50	2,60	0,23	0,54	8,27	4,84	11,2	4,76	2,46	0,31	0,55	0,83	99,74
0,3	47,32	13,27	1,33	2,60	0,24	0,27	7,43	4,84	11,1	5,56	2,70	0,29	0,66	2,73	100,34

Примечание. Полные химические силикатные анализы изверженных пород и образованных по ним метасоматитов (табл. 2) выполнены в ЦЛ ПГО «Запсибгеология», г. Новокузнецк, под руководством И.А. Дубровской

Внешняя: серицит+кварц+лейкоксен+рутил+магнетит+пирит±кальцит±доломит±альбит+хлорит+эпидот; исходные: авгит, роговая обманка;

Хлоритовая: серицит+кварц+лейкоксен+рутил+магнетит+пирит±доломит±доломит-анкерит+альбит+хлорит;

Альбитовая: серицит+кварц+лейкоксен+рутил+магнетит+пирит+доломит-анкерит+альбит;

Тыловая: серицит+кварц+лейкоксен+рутил+магнетит+пирит±кальцит+доломит ±сидерит;

Осевая (жила): кварц+карбонаты+сульфиды+золото.

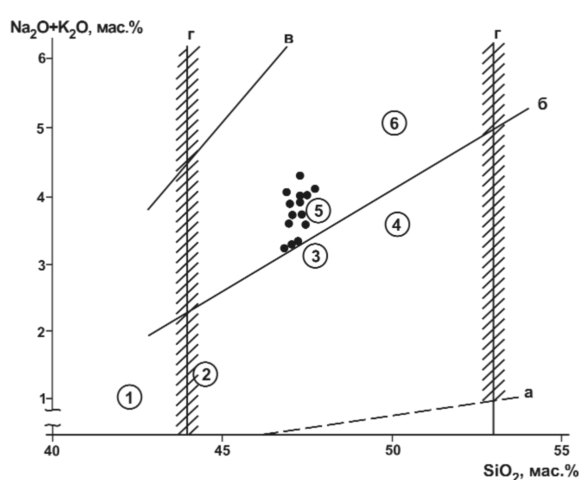


Рис. 3. *Положение магматических пород дорудных даек основного состава Богодиканского золоторудного месторождения в координатах SiO_2 – (Na_2O+K_2O). Нижние границы распространения химических составов: магматических пород (а), умеренно щелочных пород (б), щелочных пород (в); границы разделения магматических пород на группы по содержанию кремнезема с «полями неопределенности» (г). Области распространения видов магматических пород: 1) пикрита, 2) пикродолерита, 3) долерита, 4) лейкодолерита, 5) умеренно щелочного оливинового базальта, 6) умеренно щелочного оливинового лейкобазальта. Границы областей распространения химических составов магматических пород заимствованы из [6]*

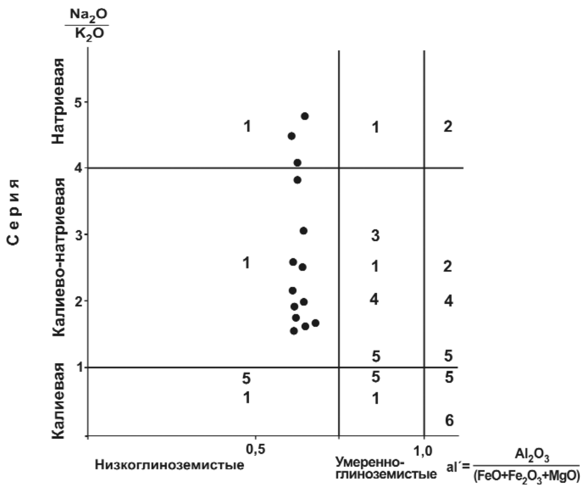


Рис. 4. *Положение магматических пород дорудных даек основного состава Богодиканского золоторудного месторождения в координатах Na_2O/K_2O – Al_2O_3/(FeO+Fe_2O_3+MgO). Области распространения: 1) умеренно щелочного оливинового базальта и умеренно щелочного оливинового долерита, 2) умеренно щелочного оливинового лейкобазальта и умеренно щелочного оливинового лейкодолерита, 3) гавайита, 4) муджиерита, 5) трахибазальта, 6) шошонита. Границы областей распространения химических составов магматических пород заимствованы из [6]*

Бóльшую часть разреза ореолов представляет внешняя зона слабых пропилитоподобных изменений, внутренняя граница которой находится на расстоянии 0,2...1,5 м от жил. Мощность более тыловых зон в разных участках околожильных ореолов изменяется в значительных пределах: хлоритовой – от первых до многих десятков см, альбитовой – от первых см до первых десятков см, тыловой – от 0,0 до 0,6...0,7 м. Последняя зона местами отсутствует. Между минеральными зонами установлены резкие (нитевидные) границы.

В комплексе минеральных новообразований внешней зоны альбит образует каемки вокруг таблитчатых кристаллов плагиоклазов. Это замещение с нарастанием его интенсивности прослеживается во всех минеральных зонах, кроме тыловой, где альбит отсутствует. В направлении к внутренней границе внешней зоны плагиоклазы во все бóльшей степени соссюритизированы, а роговая обманка хлоритизирована и карбонатизирована. Высвобождавшиеся в последнем случае титан и железо фиксируются в лейкоксене, рутиле, магнетите. Новообразованный кварц образует мелкозернистые агрегаты зерен с «лапчатыми» формами.

Последовательное исчезновение в хлоритовой зоне исходных цветных минералов и эпидота, в альбитовой – хлорита, в тыловой – альбита сопровождается осветлением пород вплоть до светлых тонов, увеличением в этом направлении массы карбонатов, их железистости вплоть до образования сидерита и разрастанием метакристаллов-ромбоэдров до 0,8...1,0 мм в тыловой зоне. Содержание кварца в породах, в том числе в тыловой зоне, остается низким (до 5 %), что объясняется низким содержанием кремнезема (и отсутствием кварца) в исходном долерите и частичным выносом его из тыловых зон. Долеритовая, офитовая структуры исходных пород уже в хлоритовой зоне приобретают реликтовый характер при наложении лепидогранобластовой, а в более тыловых зонах полностью сменяются лепидогранобластовой с элементами пойкилобластовой.

Удельная масса перемещенного вещества, которая служит количественным показателем степени преобразований химического состава пород при метасоматизме, последовательно нарастает от внешней зоны к тыловой, достигая в последней 19,3 %. Плотность пород при этом снижается от 3,02 до 2,91 г/см^3. Основные преобразования химического (и минерального) состава в соответствии с этим происходят в тыловых зонах. К числу элементов устойчивого привноса относятся калий и углерод, связанные в светлой слюде и карбонатах. Устойчиво из тыловых зон удаляется кремнезем (до 20 % от массы в исходных породах), почти полностью натрий, окисленное железо (до 70 % от первоначальной массы) при сохранении примерно на одном уровне во всех зонах массы восстановленного железа. Несколько снижаются концентрации в ореоле алюминия, восстановленной серы, кальция, титана, марганца, фосфора. Вместе с тем, как отмечалось выше, титаном и фосфором обогащены кварцы жильного выполнения (осевой зоны) в сопоставимой степени (до 1,0 и 0,1 % соответственно) с обеднением метасоматитов тыловых зон при сопоставимых объемах последних и жил. Водород (в составе воды), очевидно, перераспределяется между зонами. Не изменяются концентрации магния.

4. Металлы в долеритах и аподолеритовых метасоматитах

Получены первые данные о содержании в долеритах и аподолеритовых метасоматитах ряда рудогенных элементов в обрамлении рудных столбов со средними содержаниями золота до 20 г/т. По методу атомной абсорбции с чувствительностью $1\cdot10^{-8}$ % в лаборатории ядерно-физических методов анализа вещества ИГиГ СО РАН (г. Новосибирск) определялось содержание золота и серебра (аналитик В.Г. Цимбалист), тем же методом с чувствительностью $1\cdot10^{-7}$ % в ЦЛ ФГУП «Березовгеология» (г. Новосибирск) под руководством Н.А. Чарикова анализировалось содержание ртути, спектральным методом там же – содержание ряда других металлов. Точность аналитических работ по данным внутреннего и внешнего контроля другими методами (химико-спектральным, нейтронно-активационным) анализировалась в [7].

Вследствие ограниченных возможностей отбора проб из малообъемных тел долеритов в нескольких доступных выработках статистически обработаны только данные о содержании металлов в исходных долеритах (19 проб), подвергшихся слабым изменениям во внешней зоне околожильных мета-

Таблица 2. *Коэффициенты распределения (привноса > 1, выноса < 1) петрогенных элементов в минеральных зонах околожильных метасоматических ореолов, образованных в дайковом долерите Богодиканского золоторудного месторождения*

Минеральные зоны (число проб)	Химические элементы															Δ
	Si	Al	K	Na	S сульфид.	$C_{кб.}$	Ca	Mg	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ti	Mn	P	H (H_2O^+)	O	
Хлоритовая (4)	0,9	0,9	1,3	0,8	0,8	29	0,8	1,1	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	1,3	1,0	12,5
Альбитовая (1)	0,8	0,7	2,2	0,6	0,6	51	0,8	0,9	1,1	0,3	0,9	1,0	0,8	0,7	1,1	20,7
Тыловая (2)	0,8	0,9	3,1	0,1	0,9	42	0,9	1,0	1,0	0,3	0,7	0,8	0,6	1,4	1,1	19,3

Примечание. 1) Коэффициенты распределения элементов в метасоматитах относительно слабо измененного долерита внешней зоны (14 проб) получены с использованием результатов петрохимических пересчетов по объемно-атомному методу полных химических силикатных анализов проб. 2) Δ – удельная масса перемещенного (привнесенного и вынесенного) вещества в процентах к массе вещества исходной породы в стандартном геометрическом объеме 10000 Å^3.

соматических ореолов. Распределение металлов не подчиняется нормальному, но не противоречит логнормальному закону. Для метасоматитов тыловой зоны сделаны единичные определения.

Среднее геометрическое (арифметическое) содержание (Au, Ag, Hg – мг/т, остальные элементы – г/т) и стандартный множитель (стандартное отклонение) содержаний в едва затронутых гидротермальными изменениями долеритах составляют: золота – 1,0 (1,2) и 1,8 (0,8), серебра – 30,3 (30,9) и 1,2 (6,1), ртути – 21,1 (24,6) и 1,8 (12,4), хрома – 20 (30) и 2,2 (40), ванадия – 100 (100) и 1,2 (20), никеля – 30 (40) и 1,7 (30), кобальта – 20 (20) и 1,5 (7,0), меди – 30 (30) и 1,4 (8), свинца – 10 (10) и 1,4 (7), цинка – 80 (90) и 1,7 (40), молибдена – 2 (2) и 1,2 (0). Корреляционные связи золота с другими рудогенными элементами – ниже уровня значимости.

В аподолеритовых метасоматитах тыловой зоны содержание золота достигает 70 мг/т, серебра – 140 мг/т, ртути – 31,0 мг/т, содержание других рудогенных элементов близко к таковому в слабо измененных долеритах. Au/Ag-отношение увеличивается до 0,5 против 0,03 в исходных породах.

5. Обсуждение результатов и выводы

Дайковый комплекс Богодиканского месторождения пока не очерчен узкими возрастными рамками, – его возможная нижняя возрастная граница формально может быть опущена до позднего рифея – возраста рудовмещающих муйских гранитоидов при том, что образующие его дайки кислых и основных пород древнее позднепалеозойского оруденения. Вместе с тем, набор изверженных дайковых пород Богодикана, в том числе и прежде всего поздние умеренно щелочные долериты, соответствует ранним и поздним производным многофазных рудопродуцирующих флюидно-магматических комплексов, в рамках и вследствие функционирования которых на поздних этапах, согласно разработанной концепции [1], образуются мезотермальные золотые месторождения, – Берикульское, Советское, Холбинское, Ирокиндинское, Кедровское, Каралонское, Сухоложское, Когадыр и другие. В связи с этим в качестве рабочей гипотезы можно предположить, что Богодиканское месторождение не составляет исключения из совокупности последних, тем более, что оно содержит в себе типовые черты такого рода объектов. Некоторые из них приведены в статье.

Прежде всего, околожильные метасоматические ореолы, судя по их структуре (схеме зональности) и минералого-петрохимическим чертам, принадлежат березитовой метасоматической формации, что в сочетании с золото-серебряным отношением в рудах квалифицирует месторождение как мезотермальное. В соответствии с этим и с учетом предлагаемых подходов к обоснованию и содержанию рудных формаций [8] месторождение представляет золотую субформацию золото-уран-полиметаллической березитовой рудной формации, – типовую в золоторудных районах Южной Сибири.

Калиево-сернисто-углекислотный метасоматизм березитового профиля реализуется, как известно, в природе и в эксперименте в условиях кислотной среды, в которой подвижность, то есть скорость диффузии и вообще способность находиться в растворенном состоянии титана и фосфора минимальны или исчезающе малы, что подтверждается множеством эмпирических, равно как и экспериментальных, данных. При стабильно высоком содержании обоих металлов в умеренно щелочных долеритах Богодикана существенный вынос их из тыловых зон ореолов (до 30...40 % от первоначальной массы) при том, что они обладают высокой миграционной способностью в щелочных и сильно щелочных средах, означает поступление в область рудообразования щелочных или сильно щелочных металлоносных растворов и дальнейшую достаточно быструю трансформацию их кислотно-основных свойств, обусловившую фиксацию этих металлов в осевой зоне ореолов, то есть перераспределение в объеме последних, но не вынос за их пределы. Поступление дополнительных количеств титана и фосфора с металлоносными растворами из очагов генерации, как это было показано ранее в ряде месторождений [9], в данном случае проблематично, если учесть сопоставимые количества металлов в сопоставимых же объемах тыловых, с одной стороны, и осевой, с другой, зон метасоматических ореолов. Вместе с тем, факт высокой миграционной активности данных металлов в процессах образования мезотермальных месторождений золота подчеркивает их генетическую однородность.

О генетической однородности Богодиканского и других мезотермальных золотых месторождений можно судить по результатам изучения распределения в околожильном пространстве геохимически и металлогенически связанных, образующих природный сплав металлов триады – золота, серебра, ртути. В слабо измененных богодиканских умеренно щелочных долеритах во внешней зоне околожильных метасоматических ореолов приведенные содержания металлов отвечают, вероятно, местным (региональным) кларкам, – степень изменений пород настолько мала, что ожидать сколько-нибудь существенную миграцию металлов, учитывая и версию электрохимического их растворения [10], нет оснований, о чем речь шла ранее [11]. Значительное увеличение содержаний золота (в 70 раз), серебра (в 4 раза), ртути (в 1,5 раза) в тыловой зоне ореолов в обрамлении рудных столбов с умеренной золотоносностью (до 10...20 г/т) наряду с возрастанием здесь величины Au/Ag-отношения до значений, свойственных рудным телам, отражают общую закономерность, подчеркивающую причинно-следственные связи околожильных геохимических ореолов с метасоматическими ореолами и рудами и образование тех и других в рамках рудообразующих процессов [7 и др.].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 1. – С. 49–57.
2. Рыцк Е.Ю., Амелин Ю.В., Крымский Р.Ш. и др. Байкало-Муйский пояс: возраст, этапы формирования и эволюция корообразования (U-Pb и Sm-Nd изотопные свидетельства) // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма: Матер. 32-го тектонического совещ. Т. 2. – М., 1999. – С. 93–95.
3. Цыганков А.А., Врублевская Т.Т., Конников Э.Г. и др. Геохимия и петрогенезис гранитоидов муйского интрузивного комплекса (Восточная Сибирь) // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39. – № 3. – С. 361–374.
4. Кучеренко И.В. Позднепалеозойская эпоха золотого оруденения в докембрийском обрамлении Сибирской платформы // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1989. – № 6. – С. 90–102.
5. Кучеренко И.В. Минералого-петрохимические черты ассоциации основных гипабиссальных пород Берикульского рудного поля // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 6. – С. 21–28.
6. Андреева Е.Д., Баскина В.А., Богатиков О.А. и др. Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография. Ч. 1 / Под ред. О.А. Богатикова и др. – М.: Наука, 1985. – 368 с.
7. Кучеренко И.В., Орехов Н.П. Золото, серебро, ртуть в золотоносных апогнейсовых и апосланцевых околорудных метасоматических ореолах березитовой формации // Известия Томского политехнического университета. – 2000. – Т. 303. – № 1. – С. 161–169.
8. Кучеренко И.В. Теория и практика формационного метода в рудной геологии. Ч. 3 // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 6. – С. 25–30.
9. Кучеренко И.В. Теоретические и прикладные аспекты изучения геохимии титана, фосфора, магния в мезотермальных золотых месторождениях. Ч. 1 // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 2. – С. 49–55.
10. Гольдберг И.С. Рудообразование в геоэлектрохимических системах // Геология и охрана недр. – 2005. – № 2. – С. 28–40.
11. Кучеренко И.В. Минералого-петрохимические и геохимические черты околорудного метасоматизма в Верхне-Сакуканском золоторудном месторождении (Северное Забайкалье). Ч. 2. Околожильные метасоматические и геохимические ореолы // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 5. – С. 20–26.

УДК 552.578.2:553.982 (571.16)